


Spolehlivost člověka v pracovním systému

 30.04.2008

Human Reliability in Working Environment

Petr Skřehot¹

¹Výzkumný ústav bezpečnosti práce, skrehot@vubp-praha.cz

analýza

lidský činitel

spolehlivost

system člověk-stroj

Abstrakt

Tato práce pojednává o současných přístupech užívaných pro hodnocení spolehlivosti člověka v pracovním systému, o interakci jednotlivých faktorů pracovního prostředí a o jejich možném negativním ovlivnění spolehlivosti lidského činitele. Na základě četných odborných prací bylo prokázáno, že spolehlivost pracovního systému je vždy výsledkem pozitivních a negativních vlastností a zpětných vazeb jak ze strany automatizace, tj. strojů či software, tak především ze strany člověka samotného. Zcela spolehlivý není i sebedokonalejší pracovní systém, a proto je v praxi nutné pravděpodobnost vzniku chyb trvale snižovat. Aby toho mohlo být v praxi dosaženo, je nutné provádět detailní analýzy co možná největšího množství komponent systému člověk-stroj, pracovního prostředí, osobnostních determinant pracovníků aj. Pouze takto získané poznatky mohou pomoci odhalit potenciální díry v bezpečnostních bariérách a umožnit návrh vhodných nápravných opatření, jejichž charakter je v této práci blíže rozveden.

Klíčová slova: lidský činitel, spolehlivost, analýza, systém člověk-stroj

Abstract

The paper deals with up-to-date approaches used for system-required human reliability, interaction of every factor in working environment with its possible negative influence on human factor reliability. Based on numerous research papers it has proven that reliability of a working system is always a result of both positive and negative peculiarities and feedback of automatic appliances, i.e. machinery or software but mostly of a man himself. The ideal working system is not always reliable; therefore it seems necessary to steadily reduce error probability in practice. In order to reach such results it is essential to carry out analyses of the ever biggest number of components relating to a man-machine system, working environment, personal determinants of workers and the like. Only such findings will be able to help detect potential gaps in safety barriers and to make possible drafting of appropriate enforcement measures whose character is dwelt on to a bigger extent here.

Key words: human factor, reliability, analysis, human-machine system

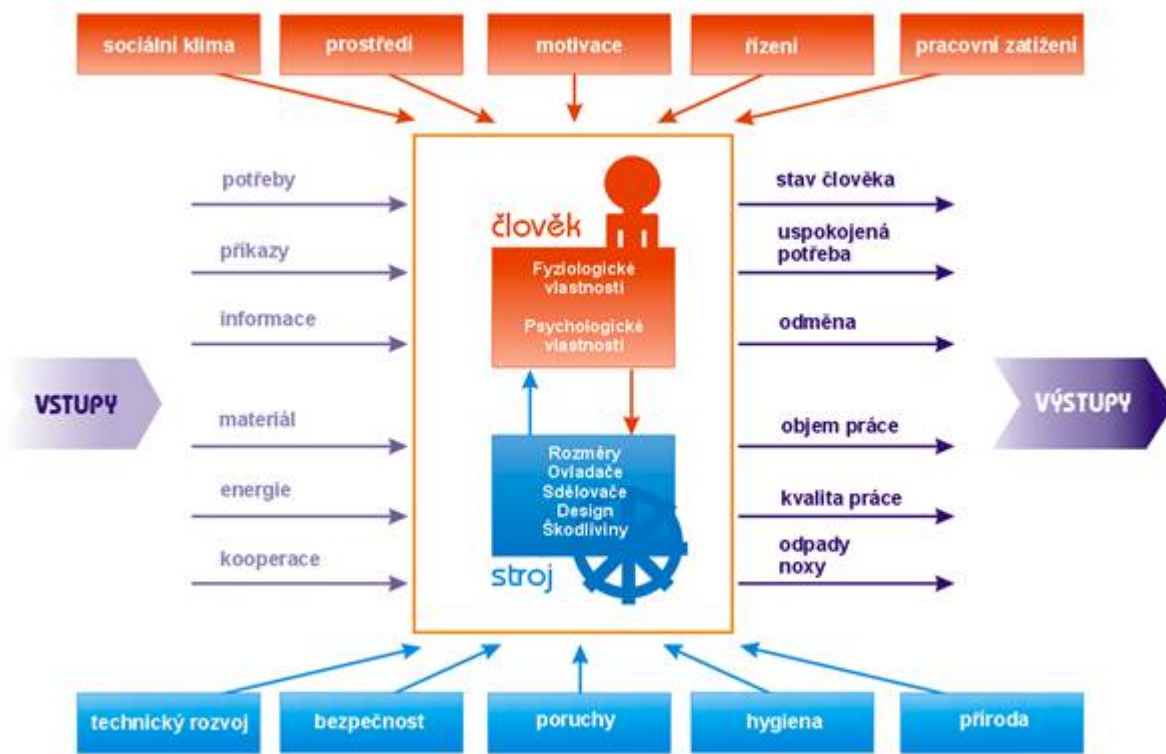
Úvod

V poslední době jsme svědky výrazného rozvoje ve všech odvětvích, které se dotýkají průmyslové bezpečnosti. Výrazný posun byl učiněn ve vývoji techniky, řídicích systémů, automatizace, softwarové a hardwarové podpory. Spolu s postupným odstraňováním manuální práce, včetně klasické práce operátorů, lze pozorovat i posun ve způsobech provádění jednotlivých činností lidmi. V moderním pojetí hovoříme o nástupu nových forem práce, které jsou obvykle spojeny s ovládáním vysoce sofistikovaných řídicích systémů, kde operátor provádí spíše kontrolní než přímou řídicí funkci. Ovládání technologie samotné je již obvykle plně automatizované a role operátora tak stále více směřuje k izolované práci. Ovšem zvýšení pracovního komfortu operátora je vykompenzováno stále vyššími nároky na jeho psychiku a pozornost. Nezanedbatelné je taky snížení fyzického pohybu operátorů, což může vést k vyšší únavě nebo dokonce i k mikrosnánku. V současnosti již u operátorů práce vsedě naprosto převažuje a nutnost pohybu dříve spojeného se získáváním dalších požadovaných informací (např. kontrolou panelových sdělovačů, prohlídkou sdělovačů přímo v technologii apod.) byla více méně zcela odstraněna vyšším stupněm automatizace a vyvedením veškerých potřebných informací do jednoho počítače.

Tento vývoj lze jistě v mnohém považovat za pozitivní, nicméně každá změna obvykle vyvolá jistá negativa nebo dílčí zhoršení. V tomto případě lze jednoznačně prohlásit, že zvyšování technické úrovně a zlepšování technických bezpečnostních prvků, přináší do způsobu práce operátora určitá úskalí, která mohou ovlivnit spolehlivost jeho výkonů. Pro posouzení spolehlivosti techniky a člověka, který ji ovládá, tj. systému člověk-stroj, lze využít i nové pojetí bezpečnostně řídicích systémů.

Systém člověk-stroj

Systém člověk-stroj z ergonomického hlediska představuje část pracovního systému, který je ovlivňován řadou vnějších vlivů, z nichž některé působí pouze na člověka a jiné pouze na stroj (viz obrázek 1).



Obrázek 1: Vyobrazení prvků systému člověk-stroj a jeho interakce s faktory prostředí podle Chundely [2].

Je to tedy soustava, kterou tvoří pracovník nebo pracovní skupina a pracovní prostředky a předměty (stroje, technická zařízení), v níž jsou určitým způsobem rozděleny funkce mezi lidské a technické komponenty, jejíž cíl je přesně vymezen a realizuje se v daném pracovním prostředí. Toto je obecná definice systému člověk-stroj, avšak Timpe [7] navrhl vlastní definici, která dimenzi chápání pojmu člověk-stroj posouvá dále. Říká, že „systém člověk-stroj představuje praktické provedení cílené interakce člověka s technickými systémy (stroji) vedoucí ke splnění úkolu (který si daný člověk uložil, nebo který mu byl uložen jinou osobou) v rámci definovaných systémových omezení“. Ačkoli se tyto dvě definice mírně rozcházejí, v obou případech však respektují, že stroj je nutno chápat jako pracovní prostředek – počínaje nástrojem či nářadím přes jedno či víceúčelový stroj, technické zařízení, až po řídicí centrum.

V ergonomické souvislosti se fungování systému člověk-stroj liší ve více než dvou stupních automatizace. Není možné tedy rozlišovat pouze systémy plně automatizované a systémy založené pouze na roli operátora, jakožto jediného účinného regulátora procesu. Bailey [8] rozlišil pět základních strategií uplatňovaných při zavádění automatizace do pracovních systémů:

- srovnávací přiřazení,
- zbylé přiřazení (provedení automatizace do maximální možné úrovně, což znamená vyloučit funkce, které nelze automatizovat a svěžit je operátorovi k plnění. Pravdou však je, že toto je určitý druh paradoxu, kterému se však dosti často nelze s ohledem na podmínky procesu či současného vědeckého a technického poznání vyhnout),
- ekonomické přiřazení (dosažení nejlevnějšího řešení),
- polidštěný přístup (technické řešení by mělo podporovat lidský výkon anebo kompenzovat vynaloženou námahu),
- flexibilní přiřazení (uživatel si sám zvolí, které způsoby, možnosti či prostředky použije pro splnění zadaného

➤ úkolu).

Wandke [6] přistupuje podobným způsobem a tvrdí, že by automatizace měla být zaváděna:

- všude tam, kde je to možné,
- pouze tehdy, je-li to ekonomické,
- takovým způsobem, aby mohlo být sníženo lidské chybování,
- k účelu, aby byla snížena lidská námaha a

vždy by mělo být pamatováno na to, že stupeň automatizace by měl být upraven podle změn v provádění úkolů, podle nových nastalých situací a podle potřeb operátorů.

Na základě vyhodnocení resp. zohlednění všech těchto strategií vyplyne informace o potřebné úrovni automatizace systému a operátorovi jsou následně přiřazeny příslušné odpovědnosti a povinnosti. Tímto procesem lze docílit vysoké úrovně bezpečnosti pracovního systému, resp. systému člověk-stroj.

Spolehlivost komponent systému člověk-stroj

Spolehlivost systému člověk-stroj je pravděpodobnost (S), že nedojde ke vzniku chybné operace, což lze psát jako rovnici:

$$S = 1 - (P_s \times P_h)$$

kde P_s je pravděpodobnost, že chybnou operaci vykoná stroj, resp. člověk P_h . Spolehlivost stroje i člověka lze posuzovat pomocí nejrůznějších metod, pomocí kterých je prováděna systematická a srovnávací analýza. Ta je zaměřena na hodnocení, v jakých atributech poskytuje člověk lepší výkonové vlastnosti než stroj. Na základě zkušeností Kolrep definoval výhody a omezení člověka, resp. stroje [4].

Lidé jsou lepší:

- v registraci slabých vizuálních, akustických a chemických impulsů/podnětů,
- v chápání a rozpoznávání vzorů,
- v improvizování a používání flexibilních procedur,
- v ukládání informací pro dlouhá časová období a připomínání aktuálně v potřebných, relevantních částí,
- ve vyvozování úvah a závěrů,
- v osvojování názoru,
- ve změně strategie,

stroje jsou lepší:

- v rychlosti odpovědi/reakci na řídicí signály,
- v hladkém a přesném využívání velkých sil,
- v ukládání stručných informací a totálním vynulování,
- v predikci následných akcí,
- v přesném opakování stejných operací.

Obecně se dá říci, že lidé jsou méně spolehliví ve vykonávání obvyklých, opakujících se úkolů než stroje. Proto je zřejmé, že projektanti technologií musejí jednotlivá zařízení navrhovat tak, aby lidem byly přiřazeny takové úkoly, které jsou schopni efektivně zvládat, a pro jejichž splnění disponují příslušnými výkonovými vlastnostmi. Naproti tomu stroje by měly co nejvíce vykonávat „potenciálně nudné“ a jednotvárné úkoly, u kterých je riziko lidského selhání nejvyšší. Vrstva „zmírnění“, pak klade zřetel na reálnou možnost změny chování lidského činitele v nestandardní, či

nouzové situaci. Stroje se naproti tomu za všech okolností chovají podle přeprogramovaného algoritmu, takže pravděpodobnost jejich selhání je takřka nulová. Dojde-li u stroje k vykonání chybné operace, je tato vždy podmíněna buďto chybným algoritmem zadání, anebo chybnou obsluhou, tedy pochybením na straně člověka. Výjimku tvoří neovlivnitelné vnější vlivy a materiálová opotřebení.

Společnými rysy, které mohou ve složitých situacích představovat pro operátora problémy, jsou podle Dornera [5] složitost (mnoho vzájemně závislých proměnných, které nemohou být pochopeny a interpretovány jednotlivě, ale pouze ve vzájemném kontextu), dynamika (světové změny, časový stres) a nepřehlednost (nedostatečná viditelnosti sdělovačů apod.).

Lidé mívají obvykle problémy v situacích, kdy jsou konfrontováni se složitými (běžně se nevyskytujícími) situacemi, které náhle musejí řešit. V takových případech vznikají různá selhání. Jedná se především o:

- selhání při hodnocení postavení a důležitosti specifických cílů,
- selhání při přehodnocování důležitosti a priorit po zkušenostech z jiné nestandardní/mimořádné události,
- selhání při předvídání vedlejších účinků a důsledků v dlouhodobém horizontu,
- selhání při shromažďování potřebných informací, v potřebné kvalitě a množství,
- selhání při neuvědomění si, že akce mohou mít zpožděné následky (tzn., že důsledek provedené operace se neobjeví ihned),
- selhání při konstrukci vhodného systémového komplexu vycházejícího z jednotlivých modelových situací,
- selhání při sledování vývoje a pokroku a následném přehodnocení akcí.

Jednání operátorů během kritických situací, jakou byla například také událost v Černobylské elektrárně, jednoznačně ukázalo, že požadavky kladené na člověka, jeho reakce a chování jsou za těchto změněných podmínek výrazně jiné. Chování v kritických situacích se obvykle vyznačuje:

- snížením sebereflexe
- snížením schopnosti systematického přístupu při řešení úkolů
- ztrátou samokontroly
- zvýšením porušování příkazů a nařízení
- zvýšením rizikového chování

Hodnocení jednotlivých výkonových znaků a omezení člověka, resp. stroje, lze kromě odborné literatury nalézt pochopitelně také v normativech určených pro navrhování systémů člověk-stroj (např. v ČSN EN 894-1 [3]).

Analýza spolehlivosti lidského činitele

Provádění analýz spolehlivosti lidského činitele v rámci pracovního systému není jednoduchá záležitost a rozhodně ji nelze provádět bez potřebné kvalifikace a zkušeností. Výsledky, které však kvalitně zpracovaná analýza přináší, mohou být pro firmu velmi cenné, neboť umožňují nalézat slabá místa pracovního systému a předkládají také nejvhodnější nápravná opatření, jejichž aplikace umožní zvýšit systémovou spolehlivost a bezpečnost.

Pro zavádění požadavků vyplývajících pro provozovatele objektů nebo zařízení s identifikovaným rizikem podle zákona č. 59/2006 Sb. o prevenci závažných havárií [9] (tzv. direktiva SEVESO), které zahrnují také požadavek na zpracování dokumentu „Posouzení vlivu lidského činitele“, vydalo Ministerstvo životního prostředí v roce 2007 samostatný metodický pokyn [1]. Ten je sice podle preambule určen především správním úřadům, nicméně má napomoci také právníkům a podnikajícím fyzickým osobám, a kontrolním orgánům, které budou provádět inspekce podle zákona o prevenci závažných havárií. Pro svou univerzálnost však může být dobrou pomůckou také pro podniky a to i ty, které nespádají pod dikci zákona o prevenci závažných havárií. Výhodou metodického pokynu je to, že v sobě integruje

několik obecně uznávaných přístupů používaných pro posuzování spolehlivosti a chybování člověka v pracovních systémech.

Vliv lidského činitele na bezpečnost a spolehlivost pracovního systému se posuzuje v souvislosti s událostmi a procesy, které mohou vést ke vzniku a rozvoji nežádoucí situace či havárie. V procesním průmyslu se jedná o možné iniciační události, přechodové stavy a řízené procesy, do kterých může lidský činitel přímo anebo nepřímo vstupovat, a to prostřednictvím výkonu kontroly nebo řízení objektů nebo zařízení, ve kterých může ke vzniku uvažované závažné havárie dojít. V jiných sférách, např. v bankovníctví, se pak může jednat například o provádění finančních operací prostřednictvím počítače či práci v call centrech, kde může snadno vzniknout lidská chyba vlivem nepozornosti, přehlédnutí či únavě. Vzniklé ekonomické škody pak mohou být značné a ne vždy se podaří dopátrat pravých příčin. V praxi se pak často setkáváme s pouhým konstatováním, že příčinou bylo osobní selhání příslušného člověka, který je následně tvrdě sankcionován. Tento způsob vyšetřování příčin a přijímání nápravných (a represivních) opatření dokládá naprostou neznalost či ignoraci faktu, že skutečné příčiny, tzv. kořenové příčiny, je vždy nutné hledat v systémových nedostatcích, které chování člověka determinují. Efektivnost prováděných pracovních činností ve všech oblastech lidského konání je totiž určována vzájemnou, složitou integrací nejrůznějších faktorů. Jedná se především o faktory individuální (tzv. osobnostní determinanty), faktory spojené s podnikovou kulturou a v neposlední řadě také faktory celospolečenské.

Vymezení základních tématických okruhů

Jelikož spolehlivost lidského činitele představuje složitý a komplexní systém, zaměřuje se zmíněný metodický pokyn pouze na jeho nejdůležitější části, které ve článku 2 jsou blíže definovány a vymezeny. Jedná se o vymezení základních tématických okruhů, které je pro správné provedení posouzení vlivu lidského činitele na daný objekt, zařízení či činnost nutno pochopit.

Základní rámec posouzení vlivu lidského činitele na bezpečnost pracovního systému představuje vymezení rozsahu možného vlivu lidského činitele, který je nutno posuzovat v souvislosti s událostmi a procesy, které mohou vést ke vzniku a rozvoji nežádoucí situace, havárie apod. V tomto kontextu se proto jedná o možné iniciační události, přechodové stavy a řízené procesy, do kterých může lidský činitel přímo anebo nepřímo vstupovat, a to prostřednictvím výkonu kontroly nebo řízení zařízení či činností, ve kterých nebo při kterých může ke vzniku uvažované nežádoucí situace dojít.

Posouzení spolehlivosti lidského činitele – jedná se o analytický proces, který vychází z dokonalé znalosti systému, tj. objektů, zařízení, činností, identifikovaných zdrojů rizik, pracovních pozic a profesí vykonávajících příslušnou činnost a způsobilosti pracovníků k jejich výkonu. Pomocí příslušných analýz jsou zjišťovány klíčové prvky rozhraní mezi člověkem a technickým systémem (interface) a jejich vzájemné interakce. V tomto smyslu je vždy klíčovým problémem nalézt pomyslnou hranici, kde končí úloha stroje/techniky a začíná role člověka. Rozhodující úlohu člověka je nutno dokonale poznat a popsat.

Posouzení chybování lidského činitele – jedná se o proces, vycházející z identifikace a analýzy vzniklých chyb. Chyba lidského činitele je přitom charakterizována jako okamžitý stav, který vznikl selháním člověka, přičemž tato chyba může vést přímo ke vzniku nežádoucí události. Selhání lze tedy proto chápat jako odchylku od žádoucího stavu, který je popsán v příslušné dokumentaci (výkonový harmonogram, popis práce apod.).

Obecně se však nejčastěji používá uznávaná definice, kterou navrhl Reason, která praví, že *„lidská chyba je obecně použitelný výraz, který zahrnuje všechny události, kde plánovaný sled mentálních nebo fyzických činností nedosahuje zamýšleného výsledku a jestliže tato selhání nemohou být připsána na vrub intervenci nějakého náhodného působení“*. Z toho vyplývá, že chyba je založena na nedosažení výsledku či cíle a chybování tedy představuje sekvenci přímo

souvisejících chyb nebo proces, kdy nepravidelně v čase vznikají chyby bez vzájemné souvislosti. Chybovat může jedinec nebo i celý kolektiv. Každá chyba vzniká na základě působení určitých negativních vlivů – příčin. Pro posouzení chybování lidského činitele je proto nutno provést detailní identifikaci chyb a příčin selhání [10].

Identifikace chyb – jedná se o proces zjišťování organizačních chyb a chyb člověka, které jsou chápány především jako selhání schopnosti řídit a obsluhovat zařízení s rizikem nežádoucí události či havárie. Tato schopnost má zásadní význam jak pro plně automatizované výrobní systémy, technologie a zařízení, tak pro ty, které vyžadují značný podíl manuální obsluhy. Ačkoli se ve většině případů jedná o manuální obsluhy ve výrobních provozech, např. ovládání ventilů apod., přesto lze za manuální obsluhu považovat také používání PC při řízení výrobních procesů či provádění bankovních operací, během kterých je nutno manuálně zadávat příslušné hodnoty, vyplňovat dotazníky, potvrzovat vykonání požadovaných operací apod.

Chybování a selhání lidského činitele a jejich dopad na bezpečnost (tj. kauzální souvislost se vznikem havárie nebo negativní ovlivnění průběhu mimořádné události) by měly být pečlivě a opakovaně posuzovány, prověřovány a zaznamenávány.

Pokud se hovoří o možných chybách a selháních lidského činitele, uvádí metodický pokyn výčet nejčastěji se vyskytujících chybových módů, které vycházejí z odborných prací. Nejvýznamnější druhy lidských chyb, se kterými se můžeme setkávat při obsluze zařízení, či při výkonu stanovených činností jsou především:

- chyby, kterým lze předejít lepším školením nebo pokyny, tj. osoba, která se chyby dopustila, nevěděla, co má dělat,
- chyby, kterým šlo předejít lepší motivací, tj. osoba, která se chyby dopustila, věděla, co má dělat, ale neudělala to, protože se rozhodla to neudělat,
- chyby způsobené nedostatkem fyzických nebo duševních schopností,
- chyby způsobené sníženou pozorností, nebo její krátkodobou ztrátou.

Identifikace příčin selhání – jedná se o jednu z nejobtížnějších partií posouzení vlivu lidského činitele na bezpečnost pracovního systému, protože směřuje k predikci něčeho, co se ještě nestalo (chyba), ale zároveň jsou zjišťovány faktory, které mohou k této chybě za stávajícího stavu a podmínek někdy v budoucnu vést [10].

Preventivní opatření ke zvýšení spolehlivosti lidského činitele v podniku

Velmi důležitý je také článek 3 zmiňovaného metodického pokynu, který je věnován rozsahu navrhování a způsobu provádění preventivních opatření směřujících ke zvýšení spolehlivosti lidského činitele a to v kontextu na jednotlivé analyzované oblasti.

Základním preventivním opatřením ke zvýšení spolehlivosti lidského činitele na základě provedené kategorizace systému člověk – stroj musí být stanovení minimálních požadavků a nároků na:

- člověka (schopnosti, znalosti, výkonnost, odolnost, zdravotní stav, osobnostní faktory apod.),
- pracovní prostředí (nároky na jednotlivé faktory a jejich komplexní působení, minimální standardy velinů a dispečinků, optimalizace limitů jednotlivých faktorů apod.),
- pracovní podmínky (režim práce a odpočinku, směnnost, motivace, řízení, kontrola),
- sledování sociálních a mimopracovních faktorů,
- řešení problémů v souvislosti s výsledky subjektivního hodnocení pracovníky,
- vyšetřování havárií a nehod (i bez následků) s ohledem na vliv lidského činitele a jejich promítnutí do bezpečnostních systémů a preventivních opatření,
- optimalizaci technických a ergonomických parametrů softwaru a hardwaru.

Preventivní opatření, která by měla vyplývat z provedených analýz úkolů a činností, by měla především řešit problémy vyplývající z obsahové stránky provozních dokumentů při současném posouzení reálného stavu. Jedná se tedy o definování následujících druhů opatření, mezi které patří:

- změny v pracovních postupech (odstranění zjištěných nejasností, odporujících si skutečností, dvojsmyslností či nesrozumitelných příkazů apod.),
- změny v organizaci práce (úprava organizačních schémat, personálního zajištění, koordinace mezi pracovníky, zodpovědnosti, optimalizace pracovních činností, rychlost provádění dílčích úkolů apod.),
- změny v materiálně – technickém zajištění podmíněné potřebami vyplývajícími z charakteru používaných zařízení nebo potřeb provozního personálu, (zajištění prvků pasivní ochrany, technických doplňků, chybějících částí zařízení, komunikačních prostředků, osvětlení, krytů apod.),
- změny v ovládnání (nahrazení zásahů člověka vhodnou automatizací apod.) a
- zabezpečení potřebných lidských zdrojů apod.

Část věnovaná zjištění osobnostních determinant spolehlivosti lidského činitele, která by měla tvořit součást analýzy LČ, by měla umožňovat rozkrýt slabá místa v personálním zajištění na příslušných kritických pracovních pozicích. Tato analýza je cílená a měla by odhalovat osobnostní charakteristiky konkrétních pracovníků. Tyto charakteristiky by měly být následně porovnány s osobnostními předpoklady stanovenými pro příslušné pozice a srovnáním by mělo být určeno, zda:

- byl výběr příslušných pracovníků podle jejich osobnostních charakteristik proveden správně a byly uplatněny požadavky výběru,
- příslušní pracovníci nevykazují výrazné odchylky od předepsaných determinant,
- jsou osobnostní předpoklady stanovené pro výkon na příslušných pozicích vhodně nastaveny,
- jsou příslušní pracovníci podrobena průběžné systematické péči, školení, tréninku, přezkušování apod.,
- je průběžně zjišťována zpětná vazba od pracovníků na kritických pracovních pozicích.

Závěr

Lidský činitel je pojem, se kterým se v poslední době můžeme stále častěji setkávat jak v odborných pracích, tak i v médiích. Přesto však nebyl doposud spolehlivě a jednoznačně definován. Ačkoli různé prameny jej definují různě, u nás se ustálila definice, že se jedná o „*soubor vlastností a schopností člověka, posuzovaných především z hledisek psychologických a fyziologických, které vždy nějakým způsobem v dané situaci ovlivňují výkonnost, efektivnost a spolehlivost pracovního systému*“. Je potřeba pamatovat na to, že pojem lidský činitel se nevztahuje pouze na člověka samotného, ale že jako zvláštní faktor determinuje úroveň bezpečnosti (jak v podniku, tak i ve společnosti) a současně integruje i úroveň podnikové kultury, kultury bezpečnosti a celospolečenské kultury. Pro managery firem by proto mělo být nezbytné, aby se tímto fenoménem zcela vážně zabývali, neboť je to právě člověk, který tvoří nejslabší článek pomyslného řetězu, jehož pevnost vyjadřuje míru (sílu) bezpečnosti při provozovaných činnostech. Je na místě si připomenout, že selhání člověka způsobuje více než 80% všech nestandardních, nežádoucích stavů. Proto je nutné důkladně analyzovat všechny aspekty tohoto faktoru a na základě výsledků příslušných analýz provádět preventivní opatření za současné reflexe na skutečnost, že bezpečnost pracovního systému je dána především spolehlivostí lidského činitele.

Literatura

- [1] Metodický pokyn odboru environmentálních rizik Ministerstva životního prostředí k rozsahu a způsobu zpracování dokumentu „Posouzení vlivu lidského činitele na objekt nebo zařízení v souvislosti s relevantními zdroji rizik“ podle zákona č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií. *Věstník MŽP*, 2007, č. 2.
- [2] CHUNDELA, L. (1983). *Ergonomie*. Praha : ČVUT.
- [3] ČSN EN 61511: Funkční bezpečnost – Bezpečnostní přístrojové systémy pro sektor průmyslových procesů. Praha : Český normalizační institut, 2005.
- [4] DRAHTEN, H.; HERMANN, B. (2007). Relevant characteristics of the human system as determining factors for the man-machine-interface in process plants. In *OECD-CCA Proceedings from Workshop on Human Factors in Chemical Accidents and Incidents*.
- [5] DORNER, D. (1989). *The Logic of Failure: Recognizing and avoiding error in complex situations*.
- [6] WANDKE, H. (2004). *Einführung in die Ingenieurpsychologie (unv. Vorlesungsskript)*.
- [7] TIMPE, K. P. (1999). *Verantwortung und Führung in Mensch-Maschine-Systemen*. Berlin : TU.
- [8] BAILEY, R. W. (1989). *Human Performance Engineering*.
- [9] Zákon č. 59/2006 Sb. o prevenci závažných havárií.
- [10] SKŘEHOT, Petr (2006). Spolehlivost lidského činitele[on-line]. Portál BOZPinfo, 7. 8. 2006 [cit. 2008-03-08]. Dostupný na www: <http://www.bozpinfo.cz/citarna/tema_tydne/spol_lid_cin06.html>.

Autor článku:

RNDr. et Mgr. Petr Skřehot